

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 102 46 031.0

**Anmeldetag:** 02. Oktober 2002

**Anmelder/Inhaber:** 3DConnexion GmbH, Seefeld, Oberbay/DE

**Bezeichnung:** Positions- und/oder Bewegungsfühler  
mit Überlastungsschutz

**IPC:** G 05 G 5/04

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 5. September 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

Stanschus

## **Position- und/oder Bewegungsfühler mit Überlastungsschutz**

### **Beschreibung**

#### **5 Hintergrund der Erfindung**

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Positions- und/oder Bewegungsfühler zum Messen von Positionen oder Bewegungen eines ersten Gegenstands relativ zu einem zweiten Gegenstand. Die Erfindung betrifft weiterhin einen Kraft- und/oder Momentenfühler, der sich eines solchen Positions- und/oder Bewegungsfühlers bedient.

#### **Stand der Technik**

EP 0 240 023 B1 offenbart eine optoelektronische Anordnung, die Relativbewegungen oder Relativpositionen entlang der Raumachsen eines kartesischen Koordinatensystems sowie Drehungen um diese Raumachsen erfassen kann. Hierzu sind sechs lichtemittierende Einrichtungen in gleichen Winkelabständen zueinander im Inneren einer Kunststoffkugel angeordnet. Jeder lichtemittierenden Einrichtung ist eine fest angeordnete Schlitzblende vorgeschaltet. Die Relativbewegungen und Relativpositionen werden durch lichtempfindliche Detektoren registriert, die im Verhältnis zu den Anordnungen aus lichtemittierenden Einrichtungen und Schlitzblenden beweglich angeordnet sind.

Aus DE 100 34 569 A1 ist eine Einrichtung zum Erfassen von Relativbewegungen eines Objektes bekannt, die im wesentlichen von der optoelektronischen Anordnung aus EP 0 240 023 B1 Gebrauch macht. Die Einrichtung eignet sich insbesondere für industrielle Anwendungen, bei denen hohe Kräfte und Drehmomente auftreten. Zu diesem Zweck weist die Einrichtung zwischen einem Eingangs- und einem Ausgangsflansch zusätzlich zu einer Anordnung von Schraubenfedern ein Zwischenteil aus einem Elastomer oder Gießharz auf. Hierdurch kann die Einrichtung besonders hohe Kräfte und Drehmomente aufnehmen.

Schließlich offenbart die Patentschrift DE 36 11 336 C2 einen Kraft- und Drehmomentfühler, der alle sechs möglichen Kraft- und Drehmoment-Komponenten in einem kartesischen Koordinatensystem mit Hilfe von Dehnungsmeßstreifen mißt. Die Vorrichtung besteht aus zwei übereinander angeordneten Speichenrädern mit jeweils

vier Speichen und insgesamt zwanzig Dehnungsmeßstreifen, die miteinander verdrahtet sind.

### **Der Erfindung zugrundeliegendes Problem**

5 Alle aus dem Stand der Technik bekannten Fühler zeichnen sich durch einen begrenzten Meßbereich aus. Werden die Fühler über diesen Meßbereich hinaus belastet, so kann dies zu einer Beschädigung des Fühlers führen. Beispielsweise können bei dem Meßfühler aus EP 0 240 023 B1 die lichtempfindlichen Detektoren bei zu großer Auslenkung mit den lichtemittierenden Einrichtungen oder den Schlitzblenden in Kontakt kommen und so die Anordnung dejustieren oder gänzlich unbrauchbar machen. Bei dem Fühler aus DE 36 11 336 C2 kann es zu einem Überdehnen der Dehnmeßstreifen oder einem Brechen der Speichen kommen.

10  
15 Andererseits läßt sich bei vielen Anwendung des Fühlers nicht ausschließen, daß der Meßbereich nicht wenigstens gelegentlich überschritten wird. In diesem Fall würde bei den Fühlern nach dem Stand der Technik ein Austausch des Fühlers notwendig, um sicherzustellen, daß bei folgenden Messungen mit einem korrekt justierten und vollständig funktionsfähigen Fühler ausgeführt werden. Ein solcher Austausch verursacht unmittelbar Aufwand und Kosten. Darüber hinaus können erhebliche Folgekosten entstehen, wenn der Fühler etwa in einer Produktionsanlage eine zentrale Rolle spielt und die Produktionsanlage bis zum Austausch des Fühlers stillgelegt werden muß.

20  
30 Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, einen Positions- und/oder Bewegungsfühler zur Verfügung zu stellen, der im Falle eines Überschreitens des Meßbereiches weniger beschädigungsanfällig ist. Weiterhin liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen Kraft- und/oder Momentenfühler zur Verfügung zu stellen, der bei einem Überschreiten des Meßbereiches weniger beschädigungsanfällig ist.

### **Erfindungsgemäße Lösung**

35 Zum Erfüllen dieser Aufgabe lehrt die Erfindung einen Positions- und/oder Bewegungsfühler zum Messen von Positionen oder Bewegungen eines ersten Gegenstands relativ zu einem zweiten Gegenstand, der durch die Merkmale des Anspruchs 1

definiert ist. Sie lehrt weiter einen Kraft- und/oder Momentenfühler, der durch die Merkmale des Anspruchs 17 definiert ist.

Ausgehend von einer Ruhestellung führt eine Bewegung des ersten Gegenstands relativ zum zweiten Gegenstand zunächst mittels der Schutzfedereinrichtung zu einer Bewegung der ersten Baugruppe relativ zur zweiten Baugruppe. Dabei können speziell die zweite Baugruppe und der zweite Gegenstand identisch sein. Die Anschlagereinrichtung verhindert, daß die Bewegung der ersten Baugruppe relativ zur zweiten Baugruppe einen Messbereich überschreitet, außerhalb dessen es zu einer Beschädigung der Meßeinrichtung kommen könnte. Über diesen Messbereich hinausgehende Relativbewegungen des ersten und zweiten Gegenstands werden nunmehr nicht mehr von der Meßeinrichtung, sondern wenigstens teilweise von der Schutzfedereinrichtung aufgenommen.

Eine Auslenkung des ersten Gegenstands relativ zum zweiten Gegenstand führt neben einer Auslenkung der ersten relativ zur zweiten Baugruppe der Meßeinrichtung immer auch zu einer gewissen Auslenkung der ersten Baugruppe relativ zum ersten Gegenstand. Das Verhältnis der letztgenannten Auslenkungen ist abhängig vom Verhältnis der Federkonstanten der Meßfedereinrichtung und der Schutzfedereinrichtung. Eine Folge ist, daß der Meßbereich des Positions- und/oder Bewegungsfühlers um den Faktor

$$\left( \frac{K_m}{K_s} \right) + 1$$

größer ist, als der Meßbereich der Meßeinrichtung. Hierbei ist  $K_m$  die Federkonstante der Meßfedereinrichtung und  $K_s$  die Federkonstante der Schutzfedereinrichtung. Da die verwendeten Meßeinrichtungen im allgemeinen bereits einen Meßbereich aufweisen, der an die entsprechende Anwendung angepaßt ist, ist es nicht wünschenswert, daß der Meßbereich des Positions- und/oder Bewegungsfühlers zu stark vom Meßbereich der Meßeinrichtung abweicht. Es hat sich ergeben, daß die Abweichung dann noch akzeptabel ist, wenn die Federkonstante der Schutzfedereinrichtung größer ist als die Federkonstante der Meßfedereinrichtung.

Es ist denkbar, daß der erfindungsgemäße Positions- und/oder Bewegungsfühler neben den genannten Meß- und Schutzfedereinrichtungen noch weitere Federeinrichtungen und/oder auch Dämpfungseinrichtungen umfaßt. So können beispielsweise

der erste und der zweite Gegenstand mit einer Feder- und Dämpfungseinrichtung verbunden werden, wie dies in DE 100 34 569 A1 offenbart ist.

### **Aufbau und Weiterbildung der erfindungsgemäßen Lösung**

5 In einer bevorzugten Ausführung des erfindungsgemäßen Positions- und/oder Bewegungsfühlers ist die Federkonstante der Schutzfedereinrichtung in wenigstens eine Richtung oder um wenigstens eine Achse mindestens doppelt so groß wie die Federkonstante der Meßfedereinrichtung in die wenigstens eine Richtung oder um  
10 die wenigstens eine Achse. Dies hat im allgemeinen zur Folge, daß der Meßbereich des Positions- und/oder Bewegungsfühlers den Meßbereich der Meßeinrichtung nicht mehr als um den Faktor 1,5 überschreitet. Ein solches Verhältnis hat sich als besonders vorteilhaft ergeben. In einer besonders bevorzugten Ausführung ist die Federkonstante der Schutzfedereinrichtung in alle Richtungen und um alle Achsen  
15 mindestens doppelt so groß wie die Federkonstante der Meßfedereinrichtung.

Die Anschlagvorrichtung umfaßt vorzugsweise wenigstens einen Anschlagbolzen, der mit der ersten oder der zweiten Baugruppe fest verbunden ist. Der Anschlagbolzen ist in einer bevorzugten Ausführung zylinderförmig und bestehen aus Metall oder  
20 Kunststoff. Er ist vorzugsweise mit einer der Baugruppen verschraubt, verklebt oder verlötet. Besonders vorzugsweise reicht er senkrecht von dieser Baugruppe weg in Richtung der anderen Baugruppe, mit der er nicht fest verbunden ist.

In einer Ausführung der Erfindung begrenzt die Anschlagvorrichtung eine Parallelverschiebung der ersten Baugruppe relativ zur zweiten Baugruppe in eine Richtung, die im wesentlichen senkrecht zur Längsachse des Anschlagbolzens verläuft. Dies ist vorzugsweise dadurch realisiert, daß die Baugruppe, mit der der Anschlagbolzen nicht fest verbunden ist, eine Öffnung aufweist, deren Durchmesser größer ist als der Durchmesser des Anschlagbolzens, und durch die der Anschlagbolzen hindurchreicht.  
30 Der Abstand zwischen dem Rand des Bolzens und dem Rand der Öffnung bestimmt den Bereich, in dem eine Parallelverschiebung möglich ist. Die Öffnung ist vorzugsweise kreisförmig. Wird die erste Baugruppe senkrecht zur Längsrichtung des Anschlagbolzens um ein größeres als das zugelassene Maß relativ zur anderen Baugruppe ausgelenkt, so stößt der Anschlagbolzen an den Rand der Öffnung und  
35 begrenzt somit die Bewegung der beiden Baugruppen relativ zueinander.

In einer weiteren Ausführung der Erfindung begrenzt die Anschlagereinrichtung eine Parallelverschiebung der ersten Baugruppe relativ zur zweiten Baugruppe in eine Richtung, die im wesentlichen parallel zur Längsachse des Anschlagbolzens verläuft. Dies ist vorzugsweise durch eine Verdickung realisiert, an die die Baugruppe, die  
5 nicht fest mit dem Anschlagbolzen verbunden ist, anstößt, wenn diese über das zulässige Maß hinaus relativ zu der anderen Baugruppe ausgelenkt wird. Besonders vorzugsweise reicht der Anschlagbolzen durch eine Öffnung in der Baugruppe, mit der der Bolzen nicht fest verbunden ist, hindurch, und es sind zwei Verdickungen vorgesehen. Die erste Verdickung ist an einem Abschnitt des Anschlagbolzens  
10 angebracht, der zwischen der ersten und der zweiten Baugruppe liegt. Die zweite Verdickung ist an einem Abschnitt des Anschlagbolzens angebracht, der von der ersten Verdickung aus gesehen auf der gegenüberliegenden Seite der Baugruppe liegt, durch deren Öffnung der Anschlagbolzen hindurchreicht. Der Abstand der Verdickungen zur letztgenannten Baugruppe bestimmt den Meßbereich, in dem sich  
15 die erste Baugruppe relativ zur zweiten Baugruppe in die jeweilige Richtung entlang der Längsrichtung des Anschlagbolzens bewegen kann.

In einer weiteren bevorzugten Ausführung der Erfindung begrenzt die Anschlagereinrichtung eine Rotation der ersten Baugruppe relativ zur zweiten Baugruppe um eine  
20 Achse, die im wesentlichen parallel zur Längsachse des Anschlagbolzens verläuft. Auch dies ist vorzugsweise mit Hilfe einer einem Anschlagbolzen zugeordneten Öffnung in der anderen, nicht fest mit dem Bolzen verbundenen Baugruppe realisiert, wobei mindestens zwei Anschlagbolzen/Öffnung-Paare vorgesehen sind. In einer besonders bevorzugten Ausführung der Erfindung sind wenigstens drei Anschlagbolzen vorgesehen, die besonders vorzugsweise rotationssymmetrisch angeordnet sind und senkrecht von der Baugruppe, mit der sie fest verbunden sind, in Richtung der anderen Baugruppe wegweisen. Jedem Anschlagbolzen ist eine Öffnung in der anderen Baugruppe zugeordnet.

30 In einer weiteren bevorzugten Ausführung der Erfindung begrenzt die Anschlagereinrichtung eine Rotation der ersten Baugruppe relativ zur zweiten Baugruppe um eine Achse, die im wesentlichen senkrecht zur Längsachse des/der Anschlagbolzen(s) verläuft. Dies wird vorzugsweise dadurch erreicht, daß mindestens zwei Anschlagbolzen vorgesehen sind, die geeignete Verdickungen aufweisen.

35 In einer bevorzugten Ausführung der Meßeinrichtung umfassen die erste Baugruppe und die zweite Baugruppe jeweils eine Leiterplatte. Auf diese Weise können die erste

und die zweite Baugruppe auf einfache Weise mit den Elementen versehen werden, die die Relativbewegung der ersten Baugruppe zur zweiten Baugruppe feststellen, beispielsweise positionsempfindliche Detektoren, Blenden und Lichtemissionseinrichtungen sowie ggf. Steuerelektronik und andere Komponenten.

5

Die Schutzfedereinrichtung, die den ersten Gegenstand mit der ersten Baugruppe verbindet, umfaßt bevorzugt eine der folgenden Komponenten oder Kombinationen daraus: Schraubenfeder (-paket), Elastomerformteil, Gießharzformteil. Vorzugsweise umfaßt die Schutzfedereinrichtung drei Komponenten, die besonders bevorzugt rotationssymmetrisch angeordnet sind. Sie weisen darüber hinaus bevorzugt die gleichen Federkonstanten auf. Die Komponenten der Schutzfedereinrichtung sind besonders bevorzugt Schraubenfedern.

10

15

Die Meßfedereinrichtung, welche die erste mit der zweiten Baugruppe verbindet, umfaßt bevorzugt eine der folgenden Komponenten oder Kombinationen daraus: Schraubenfeder (-paket), Elastomerformteil, Gießharzformteil. Auch die Meßfedereinrichtung umfaßt bevorzugt drei Komponenten, die bevorzugt rotationssymmetrisch angeordnet sind. Sie weisen darüber hinaus bevorzugt die gleichen Federkonstanten auf. Die Komponenten der Messfedereinrichtung sind besonders bevorzugt Schraubenfedern.

20

In einer bevorzugten Ausführung umfaßt mindestens eine Komponente mindestens einer Federeinrichtung mindestens eine Schraubenfeder, deren gegenüberliegende Enden durch Löten fest mit dem ersten Gegenstand und der ersten Baugruppe bzw. der ersten und der zweiten Baugruppe verbunden sind. Die Schraubenfedern können so in alle Richtungen belastet werden, d.h. es können Schub- und Druckkräfte sowie quer zur Schraubenfeder angreifende Kräfte wirken, ohne daß sich die Schraubenfedern in ihrem Sitz bewegen oder gar herauspringen. In einer anderen bevorzugten Ausführung umfaßt mindestens eine Komponente mindestens einer Federeinrichtung mindestens einen Elastomerzylinder, dessen Enden durch Kleben mit der ersten bzw. zweiten Baugruppe verbunden sind.

30

35

Die Meßeinrichtung des erfindungsgemäßen Fühlers kann vorzugsweise Positionen oder Bewegungen der Gegenstände relativ zueinander in sechs Freiheitsgraden erfassen, nämlich Translationen in drei Raumrichtungen und Rotationen um diese drei Raumrichtungen. In einer Ausführung der Erfindung umfaßt die Meßeinrichtung optoelektronische Meßzellen, wobei besonders vorzugsweise drei Meßzellen Bewe-

gungen parallel zur Ebene der Leiterplatte der ersten Baugruppe und drei Meßzellen Bewegungen senkrecht dazu messen. Die optoelektronischen Meßzellen sind vorzugsweise auf dem Umfang eines Kreises, besonders vorzugsweise in Paaren und vorzugsweise rotationssymmetrisch bezüglich des Mittelpunkts des Kreises angeordnet. Dabei wechseln sich vorzugsweise Meßzellen, die Bewegungen in der Ebene der ersten Leiterplatten messen, mit solchen ab, die Bewegungen senkrecht dazu messen.

Was den Aufbau der Messzellen betrifft, so umfasst jede optoelektronische Meßzelle einen im Strahlengang einer Lichtemissionseinrichtung angeordneten positionsempfindlichen Detektor sowie eine im Strahlengang der Lichtemissionseinrichtung zwischen Lichtemissionseinrichtung und dem positionsempfindlichen Detektor angeordnete Schlitzblende. Die Detektorachse des positionsempfindlichen Detektors ist senkrecht zu einer Schlitzrichtung der Schlitzblende ausgerichtet. So fällt nur einer schmaler Lichtbalken auf den hinter der Blende liegenden positionsempfindlichen Detektor. Die Schlitzblenden der Meßzellen, die Bewegungen in der Ebene messen, verlaufen senkrecht zur Ebene, während die Schlitzblenden der Meßzellen, die Bewegungen senkrecht zur Ebene messen, parallel dazu verlaufen. Besonders vorzugsweise handelt es sich bei den Lichtemissionseinrichtungen um Infrarotleuchtdioden (ILEDs) und bei den positionsempfindlichen Detektoren um positionsempfindliche Infrarotdetektoren.

Dadurch, dass ein Element des Systems, bestehend aus Lichtemissionseinrichtungen, Schlitzblende und Detektor, relativ zu den anderen beiden Elementen bewegbar ist, ist die Lage des schmalen Lichtbalkens auf dem positionsempfindlichen Detektor von der Position des bewegbaren Elements relativ zu den anderen beiden Elementen abhängig. Auf diese Weise ist es möglich, Relativpositionen oder Relativbewegungen zu detektieren. In einer bevorzugten Ausführungsform ist bei jeder Meßzelle die Schlitzblende entweder auf der ersten oder der zweiten Baugruppe angeordnet, und die positionsempfindlichen Detektoren und die Lichtemissionseinrichtungen sind gemeinsam auf der jeweils anderen der beiden Baugruppen angeordnet. Dies hat den Vorteil, daß alle elektronischen Komponenten auf einer einzigen Leiterplatte untergebracht werden können.

Vorzugsweise ist jeder Meßzelle eine eigene Lichtemissionseinrichtung zugeordnet, die vom Zentrum des Kreises, auf dem die Messzellen angeordnet sind, radial zum Kreisumfang hin leuchtet. Dort stehen den Lichtemissionseinrichtungen die positions-



empfindlichen Detektoren gegenüber. Dadurch, daß jede Meßzelle mit einer eigenen Lichtemissionseinrichtung ausgestattet ist, kann das Ausgangssignal der positionsempfindlichen Detektoren verwendet werden, um die Ströme der ihnen jeweils zugeordneten Lichtemissionseinrichtungen so zu regeln, daß auf jeden positionsempfindlichen Detektor die gleiche konstante Lichtmenge trifft. Das hat den Vorteil, daß alle sechs Meßsysteme in weiten Bereichen unbeeinflußt von Temperatur und Alterungseinflüssen sowie Verschmutzung und Bauteiltoleranz sind.

Auch Kombinationen der oben genannten Ausführungen sind Teil der vorliegenden Erfindung.

Der Positions- und/oder Bewegungsfühler ist bevorzugt durch geeignete Wahl der Federkonstanten der Meß- und Schutzfedereinrichtung zu einem Kraft- und/oder Momentenfühler weitergebildet. Hierbei wird von der Auslenkung des ersten Gegenstands relativ zum zweiten Gegenstand auf die damit verbundene Rückstellkraft durch die Meß- und die Sicherheitsfedervorrichtung geschlossen.

Der erfindungsgemäße Positions- und/oder Bewegungsfühler bzw. der erfindungsgemäße Kraft- und/oder Momentenfühler läßt sich besonders vorteilhaft in Vorrichtungen zur manuellen Eingabe von Steuersignalen einsetzen, beispielsweise in Steuerknüppeln, wie sie bei Computerspielen an PCs oder Spielkonsolen, aber auch zur Steuerung von Maschinen und Transportmitteln zum Einsatz kommen.

Weitere Merkmale, Eigenarten, Vorteile und mögliche Abwandlungen werden für den Fachmann anhand der nachstehenden Beschreibung einer bevorzugten Ausführung deutlich, in der auf die beigefügten Zeichnungen Bezug genommen wird.

### Kurzbeschreibung der Zeichnungen

Figur 1 zeigt eine Seitenansicht eines erfindungsgemäßen Positions- und/oder Bewegungsfühlers.

Figur 2 zeigt eine perspektivische Ansicht eines Ausschnittes eines erfindungsgemäßen Positions- und/oder Bewegungsfühlers mit einer Messeinrichtung, Anschlagereinrichtung und Schutzfedereinrichtung.

Figur 3 zeigt eine perspektivische Ansicht eines Ausschnitts eines erfindungsgemäßen Positions- und/oder Bewegungsfühlers mit einer Anschlag-  
einrichtung und einer optoelektronischen Meßeinrichtung.

### 5 Ausführliche Beschreibung eines Ausführungsbeispiels

Der Positions- und/oder Bewegungsfühler 10, der in Figur 1 dargestellt ist, mißt die Bewegung einer ersten Baugruppe 12 relativ zu einer zweiten Baugruppe 14. Hierbei ist die erste Baugruppe 12 eine Steuerhalbkugel zur manuellen Eingabe von Translationsbewegungen in drei Raumrichtungen und Rotationsbewegungen um drei Raumrichtungen. Die zweite Baugruppe 14 ist eine Grundplatte, die mit dem nicht dargestellten Gehäuse des Positions- und/oder Bewegungsfühlers fest verbunden ist. Weiter ist eine Meßeinrichtung vorgesehen, die eine erste Baugruppe 16, eine zweite Baugruppe 18 und eine Meßfedereinrichtung, bestehend aus Meßfedern 20, umfaßt. Die Meßfedern 20 verbinden die erste 16 mit der zweiten Baugruppe 18 elastisch. Die Meßeinrichtung mißt Bewegungen der ersten 16 relativ zur zweiten Baugruppe 18 mit Hilfe einer optoelektronischen Anordnung, wie weiter unten im Detail erläutert wird.

Die Meßeinrichtung ist weiterhin mit einer Anschlag-  
einrichtung, bestehend aus drei rotationssymmetrisch angeordneten zylinderförmigen Anschlagbolzen 22 versehen. Die Anschlagbolzen haben einen Durchmesser von 5 mm und eine Länge von 2 cm. Die Anschlag-  
einrichtung begrenzt die Bewegung der ersten Baugruppe 16 relativ zur zweiten Baugruppe 18. Dazu ist die erste Baugruppe 16 mit drei kreisförmigen Öffnungen 23 versehen, durch die die Anschlagbolzen 22 hindurchreichen. Der Durchmesser der Öffnungen 23 beträgt 8 mm. Oberhalb und unterhalb dieser Öffnungen 23 sind die Anschlagbolzen 22 mit Verdickungen 26, 28 versehen.

Schließlich umfaßt der Positions- und/oder Bewegungsfühler noch eine Schutzfedereinrichtung, bestehend aus Spiralfedern 24, die den ersten Gegenstand 12 mit der ersten Baugruppe 16 verbinden. Wird nun der erste Gegenstand 12 relativ zum zweiten Gegenstand 14 ausgelenkt, so hat dies auch eine Auslenkung der ersten Baugruppe 16 zur Folge. Da die Federkonstante der Schutzfedereinrichtung so viel größer ist als die Federkonstante der Meßfedereinrichtung, entspricht die Auslenkung der ersten Baugruppe 16 relativ zur zweiten Baugruppe 18 nahezu der Auslenkung der Steuerkugel 12 relativ zur Grundplatte 14.

Werden Steuerhalbkugel 12 und Grundplatte 14 zu stark gegeneinander ausgelenkt, so stößt die erste Baugruppe 16 im Bereich der Öffnungen 23 entweder an die Anschlagbolzen 22 oder die daran vorgesehenen Verdickungen 26, 28 an, je nachdem, ob es sich um eine Bewegung parallel oder quer zur Längsrichtung des Anschlagbolzens 22 handelt. Dadurch wird die Bewegung der ersten Baugruppe 16 der Meßeinrichtung relativ zur zweiten Baugruppe 18 der Meßeinrichtung beschränkt. Dies verhindert ein Zerstören der Meßeinrichtung durch ein zu starkes Auslenken. Weitere Auslenkungen werden von diesem Punkt an ausschließlich von den Spiralfedern 24 der Schutzfedereinrichtung aufgenommen. Die Anschlagseinrichtung 22 begrenzt Bewegungen in alle Raumrichtungen und um alle Raumachsen.

Figur 2 zeigt die Meßeinrichtung mit der ersten 16 und der zweiten Baugruppe 18, deren Relativbewegungen die Meßeinrichtung misst, in perspektivischer Ansicht. Außerdem sind die Spiralfedern 24 der Schutzfedereinrichtung, die mit der ersten Baugruppe 16 verbunden sind, und die Anschlagbolzen 22 der Anschlagseinrichtung, die mit der zweiten Baugruppe 18 verbunden sind, dargestellt. Die erste 16 und die zweite Baugruppe 18 umfassen Leiterplatten, an denen die Schraubenfedern 20, 24 der Meß- und der Schutzfedereinrichtungen verlötet sind. Die Schraubenfedern 20, 24 beider Federeinrichtungen sind dabei rotationssymmetrisch angeordnet. Die Anschlagbolzen 22 sind mit der Leiterplatte der zweiten Baugruppe 16, 18 verschraubt und ebenfalls rotationssymmetrisch angeordnet.

Die Meßeinrichtung kann in sechs Freiheitsgraden Relativbewegungen oder Relativpositionen der ersten Baugruppe 16 zur zweiten Baugruppe 18 messen, nämlich Verschiebungen in drei linear unabhängige Raumrichtungen und Drehungen um ebenfalls drei linear unabhängige Raumrichtungen. Zu diesem Zweck sind, wie in Figur 3 dargestellt, sechs positionsempfindliche Infrarotdetektoren 30 vorgesehen, die zusammen mit sechs Infrarotleuchtdioden 32 und sechs Schlitzblenden 34 sechs Meßzellen bilden. Die positionsempfindlichen Infrarotdetektoren 30 sind jeweils um 120° zueinander um die Symmetrieachse einer Zylinderfläche gedreht, die von einer weiteren Leiterplatte 36 definiert wird. Auf gleiche Weise sind die ILEDs 32 jeweils um 120° zueinander um dieselbe Symmetrieachse versetzt angeordnet. Die Symmetrieachse steht senkrecht auf der Leiterplatte der ersten Baugruppe 18. Die positionsempfindlichen Infrarotdetektoren 30 sind in Paaren von übereinanderliegenden Detektoren 30 angeordnet. Auf gleiche Weise sind auch die ILEDs 32 in Paaren übereinanderliegender ILEDs 32 angeordnet. Dabei liegen die ILED-Paare 32 jeweils zwischen Paaren positionsempfindlicher Infrarotdetektoren 30. Die Paare positions-

empfindlicher Infrarotdetektoren 30 bestehen aus jeweils einem positionsempfindlichen Infrarotdetektor 30 zum Erfassen einer Bewegung senkrecht zu der Ebene, die durch die Leiterplatte 18 der zweiten Baugruppe definiert wird, und einem positionsempfindlichen Infrarotdetektor 30 zum Erfassen einer Bewegung in dieser Ebene.

5

Bei jeder Meßzelle ist eine Schlitzblende 34 im Strahlengang der ILED vor dem positionsempfindlichen Infrarotdetektor 30 angeordnet. Die Schlitzblende 34 weist einen schmalen Schlitz auf, so daß nur einer schmaler Lichtstreifen auf dem positionsempfindlichen Detektor 30 fällt. Die Schlitzrichtung der Schlitzblende 34 verläuft dabei senkrecht zur Detektorachse, also senkrecht zur Meßrichtung des Detektors 30. Dadurch, daß ein Element des Systems ILED 32, Schlitzblende 34 und positionsempfindlicher Infrarotdetektor 30 relativ zu den anderen beiden Elementen bewegbar angeordnet ist, kann die Meßzelle Relativbewegungen und Relativpositionen erfassen. Die ILEDs 32 und die positionsempfindlichen Infrarotdetektoren 30 sind durch die senkrechte Leiterplatte 36 fest mit der Leiterplatte der ersten Baugruppe 18 verbunden. Die Leiterplatte 36 trägt außerdem noch weitere elektronische Komponenten zum Ansteuern der ILEDs 32 und der positionsempfindlichen Detektoren 30. Die Blenden 34 sind beweglich mit der zweiten Baugruppe 16 verbunden. Die Schlitzblenden 34, die einem Paar übereinanderliegender Detektoren 30 zugeordnet sind, sind zu einer einzigen Schlitzblende mit zwei zueinander senkrechten Schlitzen zusammengefaßt.

10

15

20

**Patentansprüche**

- 5 1. Positions- und/oder Bewegungsfühler (10) zum Messen von Positionen oder  
Bewegungen eines ersten Gegenstands (12) relativ zu einem zweiten Ge-  
genstand (14), der eine Meßeinrichtung zum Messen von Positionen  
und/oder Bewegungen einer ersten Baugruppe (16) relativ zu einer zweiten  
Baugruppe (18) umfaßt, die mit dem zweiten Gegenstand verbunden (14)  
10 ist, wobei die Meßeinrichtung eine Meßfedereinrichtung (20) umfaßt, die die  
erste Baugruppe (16) mit der zweiten Baugruppe (16) elastisch verbindet,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
die Meßeinrichtung weiter eine Anschlagseinrichtung (22) umfaßt, welche eine  
Bewegung der ersten Baugruppe relativ zur zweiten Baugruppe in wenig-  
15stens eine Richtung oder um wenigstens eine Achse begrenzt und  
der Positions- und/oder Bewegungsfühler (10) eine Schutzfedereinrichtung  
umfaßt, die die erste Baugruppe (16) mit dem ersten Gegenstand (12) elas-  
tisch verbindet, wobei die Federkonstante der Schutzfedereinrichtung in die  
wenigstens eine Richtung oder um die wenigstens eine Achse größer ist als  
20 die Federkonstante der Meßfedereinrichtung in die wenigstens eine Richtung  
oder um die wenigstens eine Achse.
2. Positions- und/oder Bewegungsfühler (10) nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
die Federkonstante der Schutzfedereinrichtung in die wenigstens eine  
Richtung oder um die wenigstens eine Achse mindestens doppelt so groß ist  
wie die Federkonstante der Meßfedereinrichtung in die wenigstens eine Rich-  
25tung oder um die wenigstens eine Achse.
3. Positions- und/oder Bewegungsfühler (10) nach einem der vorhergehenden  
Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
die Anschlagseinrichtung wenigstens einen Anschlagbolzen (22) umfaßt, der  
mit der ersten (16) oder der zweiten Baugruppe (18) fest verbunden ist.
- 30  
35

4. Positions- und/oder Bewegungsfühler (10) nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Anschlagseinrichtung wenigstens drei Anschlagbolzen (22) umfaßt, die mit der ersten oder der zweiten Baugruppe fest verbunden sind.
5. Positions- und/oder Bewegungsfühler (10) nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Anschlagseinrichtung eine Parallelverschiebung der ersten (16) relativ zur zweiten Baugruppe (18) in eine Richtung, die im wesentlichen senkrecht zur Längsachse des Anschlagbolzens (22) verläuft, begrenzt.
6. Positions- und/oder Bewegungsfühler (10) nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Anschlagseinrichtung eine Rotation der ersten (16) relativ zur zweiten Baugruppe (18) um eine Achse, die im wesentlichen parallel zur Längsachse des Anschlagbolzens (22) verläuft, begrenzt.
7. Positions- und/oder Bewegungsfühler (10) nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Anschlagseinrichtung eine Parallelverschiebung der ersten (16) relativ zur zweiten Baugruppe (18) in eine Richtung, die im wesentlichen parallel zur Längsachse des Anschlagbolzens (22) verläuft, begrenzt.
8. Positions- und/oder Bewegungsfühler (10) nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Anschlagseinrichtung eine Rotation der ersten (16) relativ zur zweiten Baugruppe (18) um eine Achse, die im wesentlichen senkrecht zur Längsachse des Anschlagbolzens (22) verläuft, begrenzt.
9. Positions- und/oder Bewegungsfühler (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die erste (16) und die zweite Baugruppe (18) jeweils eine Leiterplatte umfassen.

10. Positions- und/oder Bewegungsfühler (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
die Schutzfedereinrichtung eine der nachfolgenden Komponenten oder Kombinationen daraus umfaßt: Schraubenfeder (-paket), Elastomerformteil, Gießharzformteil.
11. Positions- und/oder Bewegungsfühler (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
die Meßfedereinrichtung eine der nachfolgenden Komponenten oder Kombinationen daraus umfaßt: Schraubenfeder (-paket), Elastomerformteil, Gießharzformteil.
12. Positions- und/oder Bewegungsfühler (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
die Meßeinrichtung Relativbewegungen oder Positionen in sechs Freiheitsgraden erfassen kann.
13. Positions- und/oder Bewegungsfühler (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
die Meßeinrichtung optoelektronische Meßzellen umfaßt.
14. Positions- und/oder Bewegungsfühler (10) nach Anspruch 13,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
drei optoelektronische Meßzellen auf dem Umfang eines Kreises liegen und bevorzugt in Paaren von übereinanderliegenden Meßzellen angeordnet sind, und die Paare bevorzugt rotationssymmetrisch angeordnet sind.
15. Positions- und/oder Bewegungsfühler (10) nach Anspruch 13 oder 14,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
jede optoelektronische Meßzelle einen im Strahlengang einer Lichtemissionseinrichtung (32) angeordneten positionsempfindlichen Detektor (30) sowie eine im Strahlengang der Lichtemissionseinrichtung zwischen der Lichtemissionseinrichtung und dem positionsempfindlichen Detektor angeordnete

Schlitzblende (34) umfasst, wobei eine Detektorachse des positionsempfindlichen Detektors senkrecht zu einer Schlitzrichtung der Schlitzblende (34) ausgerichtet ist und ein Element eines Systems aus Lichtemissionseinrichtung (32), Schlitzblende (34) und Detektor (30) relativ zu den anderen beiden Elementen bewegbar ist.

16. Positions- und/oder Bewegungsfühler (10) nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß bei jeder Meßzelle die Schlitzblende (34) entweder auf der ersten oder der zweiten Baugruppe (16, 18) angeordnet ist und der positionsempfindliche Detektor (30) und die Lichtemissionseinrichtung (32) gemeinsam auf der jeweils anderen der beiden Baugruppen (18, 16) angeordnet sind.
17. Kraft- und/oder Momentenfühler, dadurch gekennzeichnet, daß er einen Positions- und/oder Bewegungsfühler (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche umfaßt.



## Zusammenfassung

Ein Positions- und/oder Bewegungsfühler (10) zum Messen von Positionen oder Bewegungen eines ersten Gegenstands (12) relativ zu einem zweiten Gegenstand (14), der eine Meßeinrichtung zum Messen von Positionen und/oder Bewegungen einer ersten Baugruppe (16) relativ zu einer zweiten Baugruppe (18) umfasst. Die Meßeinrichtung umfasst eine Meßfedereinrichtung (20), die die erste Baugruppe (16) mit der zweiten Baugruppe (16) elastisch verbindet. Die zweite Baugruppe ist mit dem zweiten Gegenstand verbunden (14). Die Meßeinrichtung umfasst eine Anschlageinrichtung (22), welche eine Bewegung der ersten Baugruppe relativ zur zweiten Baugruppe in wenigstens eine Richtung oder um wenigstens eine Achse begrenzt. Der Positions- und/oder Bewegungsfühler (10) umfasst weiter eine Schutzfedereinrichtung, die die erste Baugruppe (16) mit dem ersten Gegenstand (12) elastisch verbindet, wobei die Federkonstante der Schutzfedereinrichtung in die wenigstens eine Richtung oder um die wenigstens eine Achse größer ist als die Federkonstante der Meßfedereinrichtung in die wenigstens eine Richtung oder um die wenigstens eine Achse.

Figur 1

6529

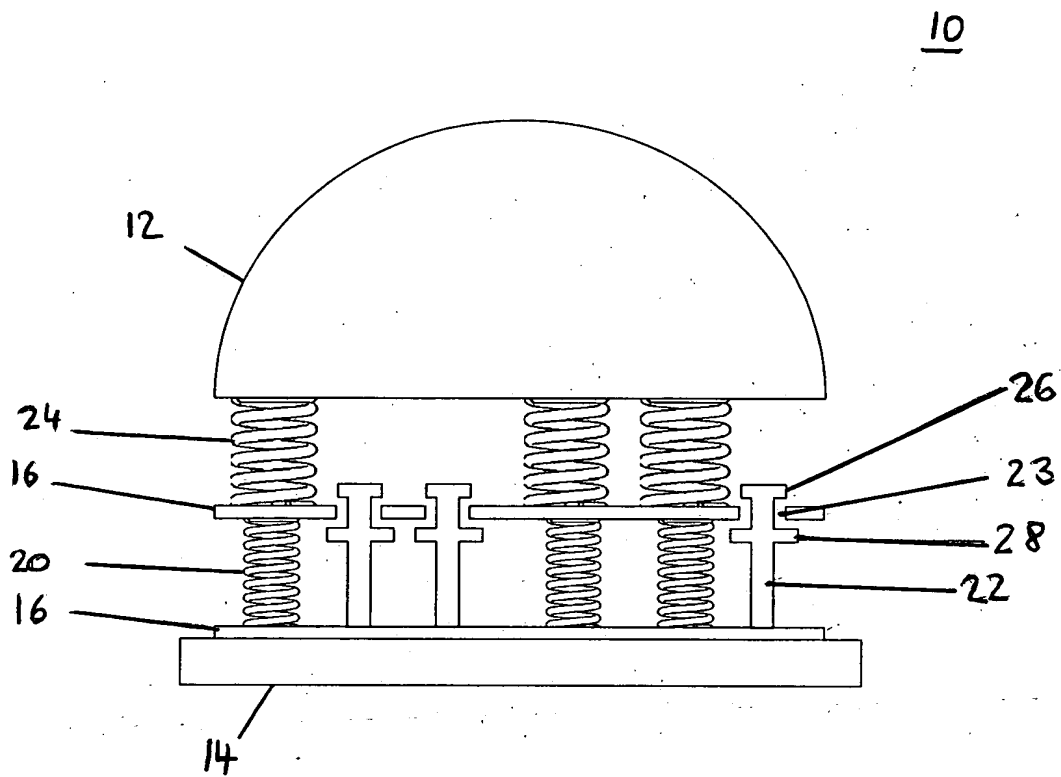


Fig. 1

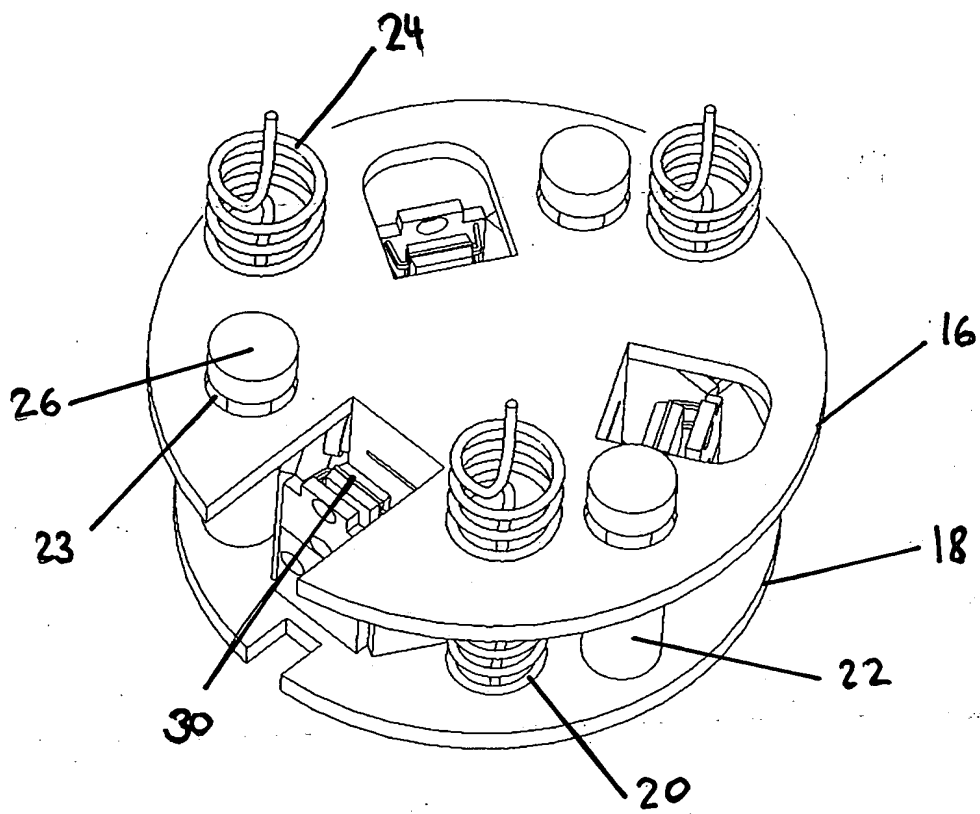


Fig. 2

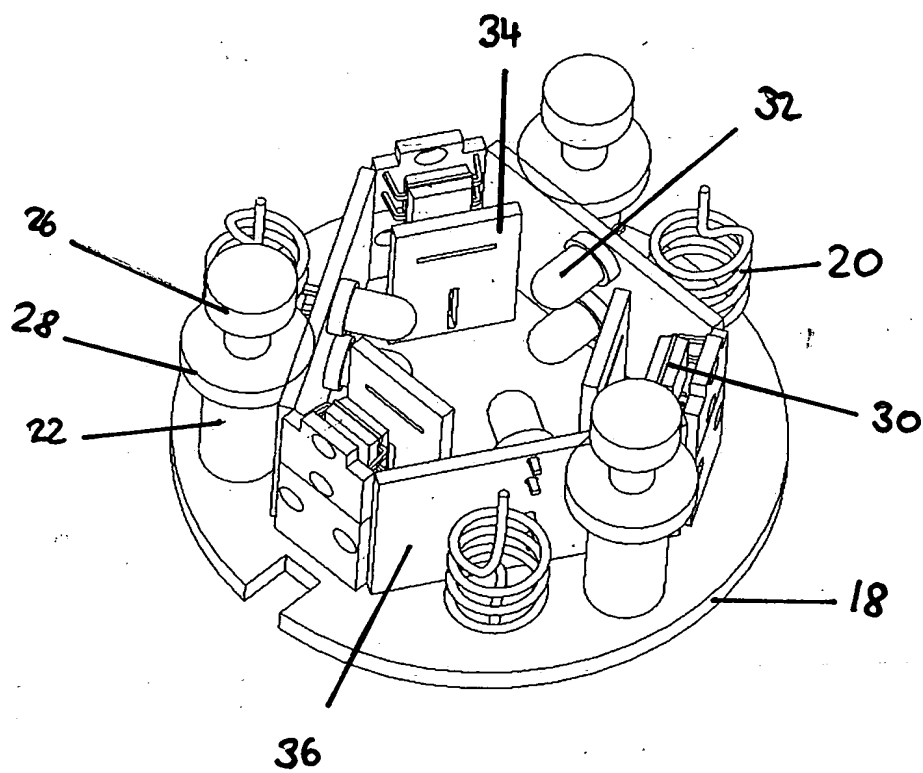


Fig. 3